

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :
Yoshinori MAENO :
Serial No. NEW : **Attn: APPLICATION BRANCH**
Filed August 20, 2003 : Attorney Docket No. 2003-1118A

MOUNTING METHOD FOR OPTICAL
MEMBER AND OPTICAL MODULE

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

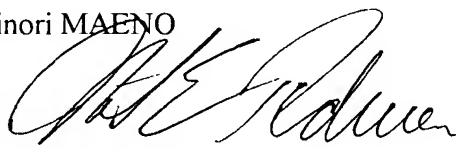
Applicant in the above-entitled application hereby claims the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. JP2002-246615, filed August 27, 2002, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Yoshinori MAENO

By



Nils E. Pedersen
Registration No. 33,145
Attorney for Applicant

NEP/krl
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
August 20, 2003

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-246615

[ST.10/C]:

[JP 2002-246615]

出 願 人

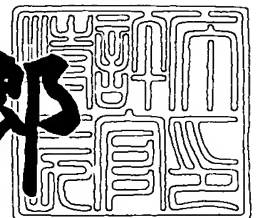
Applicant(s):

沖電気工業株式会社

2003年 5月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3040986

【書類名】 特許願

【整理番号】 KT000446

【提出日】 平成14年 8月27日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G02B 5/32
G02B 3/00
G02B 6/42

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社
社内

【氏名】 前野 仁典

【特許出願人】

【識別番号】 000000295

【氏名又は名称】 沖電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095957

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀谷 美明

【電話番号】 03-5919-3808

【選任した代理人】

【識別番号】 100096389

【弁理士】

【氏名又は名称】 金本 哲男

【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

【識別番号】 100101557

【弁理士】

【氏名又は名称】 萩原 康司

【電話番号】 03-3226-6631

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707549

【包括委任状番号】 9707550

【包括委任状番号】 9707551

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学部材の実装方法および光モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学部材を支持基板に実装する光学部材の実装方法であって

前記光学部材の側面のうち、一部を前記支持基板に接触させて位置決めを行い、他部は前記支持基板と非接触とし、前記非接触となる部分の一部と前記支持基板との間に接着剤を充填して前記光学部材と前記支持基板とを接着することを特徴とする光学部材の実装方法。

【請求項 2】 光学基板の表面に列状に形成された複数の光束変換部と、前記複数の光束変換部のそれぞれの周辺の一部に沿う縁部を含んで張り出すよう前記光束変換部ごとに形成された張出部とを有する光学部材を支持基板に実装する光学部材の実装方法であって、

前記複数の張出部のうち、少なくとも 1 つの張出部の側面の一部を前記支持基板に接触させ、残りの張出部の側面は前記支持基板に非接触とすることを特徴とする光学部材の実装方法。

【請求項 3】 前記支持基板に接触する張出部は前記列の両端に位置する張出部であることを特徴とする請求項 2 に記載の光学部材の実装方法。

【請求項 4】 前記非接触となる張出部の側面の一部と前記支持基板との間に接着剤を充填して前記光学部材と前記支持基板とを接着することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の光学部材の実装方法。

【請求項 5】 支持基板と、
前記支持基板上に実装され、光束変換部を有する光学部材と、を具備し、
前記光学部材の側面のうち、一部は前記支持基板に接触し、他部は前記支持基板と非接触となるよう構成し、前記非接触となる部分の一部と前記支持基板との間に接着剤が充填されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 6】 支持基板と、
前記支持基板上に実装され、光学基板の表面に列状に形成された複数の光束変換部と、前記光束変換部のそれぞれの周辺の一部に沿う縁部を含んで張り出すよ

う前記光束変換部ごとに形成された張出部とを有する光学部材と，を具備し，

前記複数の張出部のうち，少なくとも1つの張出部の側面の一部が前記支持基板に接触し，残りの張出部の側面は前記支持基板に非接触となるよう構成し，前記非接触となる残りの張出部の側面の一部と前記支持基板との間に接着剤が充填されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項7】 前記支持基板は少なくとも1つの部材配置用の溝を有し，前記支持基板に接触する張出部は前記溝に接触し，前記非接触となる残りの張出部は前記溝に収納されることを特徴とする請求項6に記載の光モジュール。

【請求項8】 前記支持基板に接触する張出部は前記列の両端に位置する張出部であることを特徴とする請求項6または7に記載の光モジュール。

【請求項9】 前記光学部材はシリコン基板からなることを特徴とする請求項5から8のいずれか1項に記載の光モジュール。

【請求項10】 前記光束変換部は回折光学素子からなることを特徴とする請求項5から9のいずれか1項に記載の光モジュール。

【請求項11】 前記光束変換部はレンズであることを特徴とする請求項5から10のいずれか1項に記載の光モジュール。

【請求項12】 前記支持基板はシリコン基板からなることを特徴とする請求項5から11のいずれか1項に記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は，光通信機器またはコンピュータのデバイスとして使用されるのに好適な光学部材の実装方法および該光学部材を用いた光モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

回折光学素子を用いたマイクロレンズや微小光学素子がCD等の光ディスク再生装置や光通信用の光学部材として使用されている。このようなマイクロレンズは，例えば円筒形状や蒲鉾型の形状をしている。この種の光学部材は例えばシリ

コン基板上にレンズ等の所望の形状をフォトリソグラフィ工程で形成した後、エッチングを行うことにより製造される。これらのマイクロレンズや微小光学素子の大きさは100 μ m～数百 μ m角程度である。

【0003】

通常、光学部材はシリコン等の支持基板上に配置されて使用される。支持基板には、エッチングあるいは切削加工により形成された断面がV字形のV溝や、半導体レーザ配置用のテラス、V溝より大きな光学部品配置用の溝等が設けられている。これらのV溝、テラス、溝等を高精度に形成し、また配置される光学部材の外形をあらかじめ高精度に形成し、これらの部材をV溝等にサブミクロン精度で配置することにより、高精度な実装が可能となる。光学部材の配置にはボンダと呼ばれる部品配置装置を用いられる。

【0004】

上記のシリコン基板からなる光学部材を用いて光モジュールを作製する場合も一般に、シリコン支持基板上に形成されたV溝にこの光学部材を配置して固定する実装方法を採用する。固定の方法としては、接着剤や半田等を用いる方法が一般的である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記実装方法では通常、V溝に光学部材が当接するように配置することにより位置決めを行い、この当接している部分を接着して固定していた。このため、接着剤の厚みにより光学部材の取付位置がずれてしまい、位置決めが正確に行われず、実装精度が低くなるという問題があった。

【0006】

また、上記分野の光学部材の1つとして例えば図14に示すようなレンズアレイ91がある。このレンズアレイ91は複数のレンズ部92が一体化されたものであり、光学基板の表面に列状に形成された複数のレンズ部92と、レンズ部92の外周の上部側で全レンズ部92を接続して一体化する取扱・支持部94を主に有する。各レンズ部92の外周の下部には縁部93が形成され、縁部93は各レンズ部92の円周形状に沿った円弧形状を有する。この縁部93の円弧形状を

呈する外形はレンズ部 9 2 の形成面側からその対向面側まで延びており、略蒲鉾形状の張出部 9 6 を形成している。

【0 0 0 7】

図 1 4 はレンズアレイ 9 1 が支持基板 9 0 2 に実装された状態を示す。支持基板 9 0 2 には複数の V 溝 9 0 4 が形成されており、V 溝 9 0 4 の形状、間隔は張出部 9 6 の形状、間隔に対応している。レンズアレイ 9 1 の実装では、各 V 溝 9 4 に各張出部 9 6 が当接するように配置され、これにより位置決めを行い、この当接部を接着して固定する。

【0 0 0 8】

しかし、この実装方法では上述のような接着剤の厚みによる位置決めの誤差の問題だけでなく、以下のような問題も生じていた。この実装方法では、各張出部 9 6 が各 V 溝 9 0 4 に適合するように、全ての張出部 9 6 の外形寸法が既定値内となるよう精度良く形成する必要がある。例えば製造工程においてレンズアレイ 9 1 の複数ある張出部 9 6 のうちの 1 つでもその外形寸法が既定値よりも大きくなった場合には、レンズアレイ 9 1 を適正な位置に実装することができないため、その製品は不良品となり、歩留まりが低下する要因となる。

【0 0 0 9】

本発明の目的は、このような問題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、高精度な実装と歩留まりの向上が可能な光学部材の実装方法および高精度に実装された光モジュールを提供することにある。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の第 1 の観点によれば、光学部材を支持基板に実装する光学部材の実装方法であって、前記光学部材の側面のうち、一部を前記支持基板に接触させて位置決めを行い、他部は前記支持基板と非接触とし、前記非接触となる部分の一部と前記支持基板との間に接着剤を充填して前記光学部材と前記支持基板とを接着することを特徴とする光学部材の実装方法が提供される。

【0 0 1 1】

かかる構成によれば、位置決めを行う部分と接着を行う部分が異なるため、接着剤の厚みによる位置決めの誤差が生じることがなく、高精度な実装が可能になる。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の第 2 の観点によれば、光学基板の表面に列状に形成された複数の光束変換部と、前記複数の光束変換部のそれぞれの周辺の一部に沿う縁部を含んで張り出すよう前記光束変換部ごとに形成された張出部とを有する光学部材を支持基板に実装する光学部材の実装方法であって、前記複数の張出部のうち、少なくとも 1 つの張出部の側面の一部を前記支持基板に接触させ、残りの張出部の側面は前記支持基板に非接触とすることを特徴とする光学部材の実装方法が提供される。

【 0 0 1 3 】

かかる構成によれば、複数の張出部のうち、支持基板に接触する張出部のみ既定値内の精度をもつよう形成しておけば、この張出部を用いて高精度に位置決めを行うことが可能である。支持基板に接触しない他の張出部は既定値内の精度をもつほど高精度に形成する必要はないため、歩留まりの向上が期待できる。

【 0 0 1 4 】

その際に、前記支持基板に接触する張出部は前記列の両端に位置する張出部であるように構成してもよい。また、前記非接触となる張出部の側面の一部と前記支持基板との間に接着剤を充填して前記光学部材と前記支持基板とを接着してもよい。かかる構成によれば、位置決めを行う部分と接着を行う部分が異なるため、接着剤の厚みによる位置決めの誤差が生じることがなく、高精度な実装が可能になる。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 3 の観点によれば、支持基板と、前記支持基板上に実装され、光束変換部を有する光学部材と、を具備し、前記光学部材の側面のうち、一部は前記支持基板に接触し、他部は前記支持基板と非接触となるよう構成し、前記非接触となる部分の一部と前記支持基板との間に接着剤が充填されていることを特徴とする光モジュールが提供される。

【 0 0 1 6 】

かかる構成によれば、接触している部分で位置決めを行うことができ、位置決めを行う部分と接着を行う部分が異なるため、接着剤の厚みによる位置決めの誤差が生じることがない。よって、高精度に実装された光モジュールを提供できる。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の第 4 の観点によれば、支持基板と、前記支持基板上に実装され、光学基板の表面に列状に形成された複数の光束変換部と、前記光束変換部のそれぞれの周辺の一部に沿う縁部を含んで張り出すよう前記光束変換部ごとに形成された張出部とを有する光学部材と、を具備し、前記複数の張出部のうち、少なくとも 1 つの張出部の側面の一部が前記支持基板に接触し、残りの張出部の側面は前記支持基板に非接触となるよう構成し、前記非接触となる残りの張出部の側面の一部と前記支持基板との間に接着剤が充填されていることを特徴とする光モジュールが提供される。

【 0 0 1 8 】

かかる構成によれば、複数の張出部のうち、支持基板に接触する一部の張出部のみ既定値内の精度をもつよう形成しておけば、この張出部を用いて高精度に位置決めを行うことが可能である。支持基板に接触しない他の張出部は既定値内の精度をもつよう高精度に形成する必要はないため、歩留まりの向上が期待できる。また、接触している部分で位置決めを行うことができ、位置決めを行う部分と接着を行う部分が異なるため、接着剤の厚みによる位置決めの誤差が生じることがない。よって、高精度に実装された光モジュールを提供できる。

【 0 0 1 9 】

その際に、前記支持基板は少なくとも 1 つの部材配置用の溝を有し、前記支持基板に接触する張出部は前記溝に接触し、前記非接触となる残りの張出部は前記溝に収納されるよう構成することが好ましい。また、前記支持基板に接触する張出部は前記列の両端に位置する張出部であるように構成してもよい。

【 0 0 2 0 】

上記記載において、光束変換部とは光束を変換する機能を有するものであり、

例えば光束を収束，発散，反射，偏向等するものである。また，光束変換部は，配置条件により入射光束を平行光に変換するものも含む。光束変換部の具体例としては，レンズや，回折光学素子からなる素子等が挙げられる。

【0021】

なお，光学部材に用いる光学基板は例えばシリコン結晶基板を用いることができる。その他の結晶基板としては，GaAs，InP，GaP，SiC，Ge等を材料とする基板が挙げられる。また，支持基板にもシリコン結晶基板を用いることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下，図面に基づいて本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお，以下の説明および添付図面において，略同一の機能および構成を有する構成要素については，同一符号を付すことにより，重複説明を省略する。図1は本発明の第1の実施の形態にかかる光モジュールに用いられる光学部材としてのレンズアレイの構成を示す斜視図である。図2および図3は本発明の第1の実施の形態にかかる光モジュールの構成を示す図である。

【0023】

まず図1を参照しながら，レンズアレイ1の構成について説明する。レンズアレイ1は光学基板からなり，図14に示したレンズアレイ91と同様の構成を有するものである。レンズアレイ1は，光学基板の表面に列状に形成された5つのレンズ部2a，2b，2c，2d，2eと，5つの縁部3a，3b，3c，3d，3eと，バー形状の取扱・支持部4と，略蒲鉾形の5つの張出部6a，6b，6c，6d，6eと，を主に有する。

【0024】

図1では，最も左側のレンズ部から右側に向かって順に2a，2b，2c，2d，2eの符号を付している。縁部および張出部に関しても同様に，図1で最も左側のものから右側に向かって順に3a，3b，3c，3d，3eおよび6a，6b，6c，6d，6eの符号を付している。

【0025】

なお、ここでは5つのレンズ部 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e は同様の構成を有しており、場合に応じて、レンズ部 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e を総称してレンズ部 2 と記述する。縁部および張出部に関しても同様に、場合に応じて、張出部 6 a, 6 b, 6 c, 6 d, 6 e を総称して張出部 6, 縁部 3 a, 3 b, 3 c, 3 d, 3 e を総称して縁部 3 と記述する。

【 0 0 2 6 】

レンズ部 2 はここでは円形状をしており、回折光学素子からなる。レンズ部 2 は 8 位相のバイナリ型の回折光学素子であり、フォトリソグラフィーとエッチングを 3 回繰り返すことにより作製される。なお、ここではレンズ部 2 の光軸はレンズ部 2 の表面に垂直な方向にあるものとする。

【 0 0 2 7 】

レンズ部 2 それぞれの下部側にはレンズ部 2 の外周の一部としての縁部 3 がそれぞれ位置し、縁部 3 のそれぞれはレンズ部 2 の円周形状に沿った円弧形状を有する。この縁部 3 のそれぞれの円弧形状を呈する外形はレンズ部 2 の形成面側からその対向面側まで延びており、縁部 3 のそれぞれを含んで取扱・支持部 4 から下方に張り出す略蒲鉾形状の張出部 6 をそれぞれ形成している。例えば、レンズ部 2 a の外周の一部に縁部 3 a が位置し、縁部 3 a の円弧形状を呈する外形を含んで張出部 6 a が構成されている。レンズ部 2 b, 2 c, 2 d, 2 e についても同様に、縁部と張出部が形成されており、図 1 に示すようにレンズ部 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e に対応する縁部および張出部はそれぞれ 3 a, 3 b, 3 c, 3 d, 3 e および 6 a, 6 b, 6 c, 6 d, 6 e となる。

【 0 0 2 8 】

張出部 6 はレンズアレイ 1 を実装する際に、位置決めや接着固定に用いられる部分である。張出部 6 のこの円弧形状の外径寸法はレンズアレイ 1 と光結合する光ファイバの外径寸法と等しくなるよう構成することが好ましく、ここでは一例としてその外径寸法を $\phi 125 \mu\text{m}$ とする。

【 0 0 2 9 】

取扱・支持部 4 は、図 1 に示す通り、レンズ部 2 の外周の上部側でレンズ部 2 と接続し、レンズ部 2 の表面に略平行な面上でレンズ部 2 を越えてレンズ部 2 の

列方向に沿って伸長し、レンズ部 2 を接続して一体化するように形成されている。取扱・支持部 4 の上面および側面は平坦に形成されている。したがって、上方あるいは側方から保持手段によりレンズアレイ 1 を保持することが容易である。保持手段としては例えば、挟持手段や吸引保持する負圧吸盤のような負圧保持手段が考えられる。

【 0 0 3 0 】

レンズアレイ 1 は、フォトリソグラフィーによりシリコン基板上に塗布したレジストを所望の形状にパターン加工し、このレジストをドライエッチング用のエッチングマスクとして使用し、レジスト形状をシリコン基板に転写することで作製される。ここで用いられるドライエッチングの手法としては、R I E（反応性イオンエッチング法）あるいは I C P - B o s c h 法等が採用できる。例えばパターン加工されるシリコン基板として S O I（シリコン オン インシュレータ）基板を用い、I C P - B o s c h 法により基板のシリコン酸化膜層までエッチングし、次にこのシリコン基板からフッ化水素酸溶液を用いてシリコン酸化層を除去することにより、レンズアレイ 1 を作製することができる。レンズアレイ 1 の厚さは 1 0 0 μ m である。

【 0 0 3 1 】

次に図 2 および図 3 を参照しながら第 1 の実施の形態にかかる光モジュール 1 0 0 の構成および実装方法について説明する。図 2（a）は光モジュール 1 0 0 の断面図であり、その断面位置を A - A' として図 2（b）に示す。断面位置 A - A' はレンズアレイ 1 のレンズ部 2 形成面が配置される位置とほぼ一致している。図 2（b）は光モジュール 1 0 0 の上面図である。図 3 は光モジュール 1 0 0 の構成を説明するための斜視図である。

【 0 0 3 2 】

光モジュール 1 0 0 は、支持基板 1 0 2 と、支持基板 1 0 2 上に実装されたレンズアレイ 1 と、5つのレーザダイオード 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d, 1 3 e, 5本の光ファイバ 1 5 a, 1 5 b, 1 5 c, 1 5 d, 1 5 e とを有する。図 2 では、最も左側のレーザダイオードから右側に向かって順に 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d, 1 3 e の符号を付し、光ファイバについても同様に最も左側

のものから右側に向かって順に 1 5 a, 1 5 b, 1 5 c, 1 5 d, 1 5 e の符号を付している。場合に応じて、これら 5 つのレーザダイオード 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d, 1 3 e を総称してレーザダイオード 1 3 と記述し、これら 5 つの光ファイバ 1 5 a, 1 5 b, 1 5 c, 1 5 d, 1 5 e を総称して光ファイバ 1 5 と記述する。光ファイバ 1 5 の外径寸法は $\phi 125 \mu\text{m}$ である。

【 0 0 3 3 】

図 2 において、レンズ部 2 の列方向を x 方向とし、紙面内の x 方向に垂直な方向を y 方向とする。5 つのレーザダイオード 1 3 および 5 本の光ファイバ 1 5 はそれぞれ x 方向に並列配置されている。また、y 方向には 1 つのレーザダイオードと 1 つのレンズ部と 1 本の光ファイバとがこの順に同一光軸を有するように配置されて、1 つの組を構成している。例えば、レーザダイオード 1 3 a とレンズ部 2 a と光ファイバ 1 5 a とは同一光軸を有するように配置されて、1 つの組を構成している。このような構成の組が 5 つ x 方向に並列に配置されている。

【 0 0 3 4 】

支持基板 1 0 2 は、例えばシリコン結晶基板からなる。支持基板 1 0 2 は、断面形状が V 字状の 5 つの V 溝 1 0 4 a, 1 0 4 b, 1 0 4 c, 1 0 4 d, 1 0 4 e と、断面形状が略台形状の凹溝 1 0 6 とを有する。3 つの V 溝 1 0 4 b, 1 0 4 c, 1 0 4 d と凹溝 1 0 6 は連通している。図 2 では、最も左側の V 溝から右側に向かって順に 1 0 4 a, 1 0 4 b, 1 0 4 c, 1 0 4 d, 1 0 4 e の符号を付している。場合に応じて、これら 5 つの V 溝 1 0 4 a, 1 0 4 b, 1 0 4 c, 1 0 4 d, 1 0 4 e を総称して V 溝 1 0 4 と呼ぶ。図 2 (b) では V 溝 1 0 4 および凹溝 1 0 6 を斜線部で示す。なお、図 3 では溝を明示するためにレンズアレイ 1 を実装する前の状態を示し、レーザダイオードの図示は省略している。

【 0 0 3 5 】

5 つの V 溝 1 0 4 は y 方向を伸長方向とする溝であり、支持基板 1 0 2 の上面に互いに平行に x 方向に並列に形成されている。5 つの V 溝 1 0 4 は全て支持基板 1 0 2 の一端から形成されているが、それらの y 方向の長さは一様ではない。V 溝 1 0 4 b, 1 0 4 c, 1 0 4 d の y 方向の長さは V 溝 1 0 4 a, 1 0 4 e の y 方向の長さより短く、V 溝 1 0 4 b, 1 0 4 c, 1 0 4 d の y 方向の終端は凹

溝 1 0 6 と接続されている。凹溝 1 0 6 は x 方向を長軸方向とする溝である。凹溝 1 0 6 の y 方向の終端位置と V 溝 1 0 4 a, 1 0 4 e の y 方向の終端位置がほぼ一致するよう構成されている。

【 0 0 3 6 】

V 溝 1 0 4 のそれぞれは、レンズアレイ 1 の張出部 6 の 1 つまたは光ファイバ 1 5 の 1 つを載置可能な寸法を有する。また、凹溝 1 0 6 は図 2 (a) に示すようにレンズアレイ 1 の張出部 6 のうちの 3 つを凹溝 1 0 6 の内壁に非接触に収納可能となるよう構成されている。

【 0 0 3 7 】

レンズアレイ 1 を支持基板 1 0 2 上に実装する際には以下のように行う。レンズアレイ 1 の両端の張出部 6 a, 6 e が支持基板 1 0 2 の V 溝 1 0 4 a, 1 0 4 e に配置され、レンズアレイ 1 の張出部 6 b, 6 c, 6 d が支持基板 1 0 2 の凹溝 1 0 6 に配置されるようにする。このとき、図 2 (a) に示すように、張出部 6 a, 6 e の側面の一部はそれぞれ V 溝 1 0 4 a, 1 0 4 e の側壁に当接して、レンズアレイ 1 と支持基板 1 0 2 は計 4 箇所で見接するるので、これによって光軸に垂直な方向の位置決めを行う。レンズアレイの取り付け位置精度は、張出部 6 a, 6 e の加工精度により決定され、 I C P - B o s c h 法を用いた加工ではその精度は $\pm 0.5 \mu\text{m}$ である。

【 0 0 3 8 】

このとき、張出部 6 b, 6 c, 6 d は凹溝 1 0 6 に収納され、これら 3 つの張出部の側面は支持基板 1 0 2 と接合していない。張出部 6 b, 6 c, 6 d の下部と凹溝 1 0 6 の底面との間には間隙があり、この間隙に接合剤 1 0 8 を充填し、これによってレンズアレイ 1 を支持基板 1 0 2 に接合し固定する。接合剤 1 0 8 は例えば樹脂系熱硬化接合剤や樹脂系 UV 硬化接合剤を用いることができる。

【 0 0 3 9 】

また、支持基板 1 0 2 上において、レンズアレイ 1 に対し溝と反対側にレンズ部 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e と光軸を共有するようにレーザダイオード 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d, 1 3 e それぞれを配置する。5 つの V 溝 1 0 4 a, 1 0 4 b, 1 0 4 c, 1 0 4 d, 1 0 4 e には、図 2 (b) に示すように、そ

れぞれ5本の光ファイバ15a, 15b, 15c, 15d, 15eを配置する。以上の構成により、図2(b)に示すように、1つのレーザダイオードと1つのレンズ部と1本の光ファイバとが光学的に結合した組を5つ有する光モジュール100が形成される。

【0040】

上記構成を有する光モジュール100の動作について説明する。レーザダイオード13のそれぞれから出射した光は、レンズアレイ1に入射し、光学的に結合した組のレンズ部2により集光作用を受け、光学的に結合した組の光ファイバ15の端面上に集光され、伝送される。一例をあげると、レーザダイオード13aから出射した光は、レンズアレイ1に入射し、レンズ部2aにより集光作用を受け、光ファイバ15aの端面上に集光され、伝送される。

【0041】

以上説明したように、本実施の形態によれば、レンズアレイ1の実装の際の位置決めには両端の2つの張出部6a, 6eを用いている。よって、この2つの張出部6a, 6eの作製精度が既定値以内であれば、適正な位置にレンズアレイ1を配置可能となる。他の3つの張出部6b, 6c, 6dの作製精度が既定値外である場合でも、それを理由として製品が不良品となることはない。従来の実装方法では、5つの張出部全てに作製精度が既定値以内であることが要求されるが、本実施の形態では2つの張出部のみの作製精度が既定値以内であればよいため、歩留まりの向上に大きく貢献できる。

【0042】

また、レンズアレイ1と支持基板102との接着には、張出部6b, 6c, 6dを用いている。このように、レンズアレイ1の接着部分をレンズアレイ1の位置決めを行う部分とは異なるように構成することにより、接着剤の塗布に関らず正確にレンズアレイ1を実装すべき位置を決定することが可能となり、実装精度の向上を図ることができる。

【0043】

次に図4および図5を参照しながら第2の実施の形態にかかる光モジュール200の構成および実装方法について説明する。光モジュール200は、第1の実

施の形態における支持基板 1 0 2 とレンズアレイ 1 を、支持基板 2 0 2 とレンズアレイ 2 1 に置き換えた構成を有する。以下、この点に注目して説明し、第 1 の実施の形態と同様の構成については、重複説明を省略する。

【 0 0 4 4 】

図 4 (a) は光モジュール 2 0 0 の断面図であり、その断面位置を B - B ' として図 4 (b) に示す。断面位置 B - B ' はレンズアレイ 2 1 のレンズ部形成面が配置される位置とほぼ一致している。図 4 (b) は光モジュール 2 0 0 の上面図である。図 5 は光モジュール 2 0 0 の構成を説明するための斜視図である。なお、レンズ部の列方向を x 方向とし、紙面内の x 方向に垂直な方向を y 方向とする。

【 0 0 4 5 】

レンズアレイ 2 1 では、レンズアレイ 1 のレンズ部 2 a , 2 b , 2 c , 2 d , 2 e に代わり、ブレード型の回折光学素子からなるレンズ部 2 2 a , 2 2 b , 2 2 c , 2 2 d , 2 2 e がそれぞれ形成されている。その他の点についてはレンズアレイ 2 1 は図 1 に示すレンズアレイ 1 と同様の構成を有し、縁部、張出部、取扱・支持部 4 を有する。ここで、レンズアレイ 2 1 におけるレンズ部 2 2 a , 2 2 b , 2 2 c , 2 2 d , 2 2 e に対応する張出部をそれぞれ 2 6 a , 2 6 b , 2 6 c , 2 6 d , 2 6 e とする。場合に応じて、レンズ部 2 2 a , 2 2 b , 2 2 c , 2 2 d , 2 2 e を総称してレンズ部 2 2 と記述し、張出部 2 6 a , 2 6 b , 2 6 c , 2 6 d , 2 6 e を総称して張出部 2 6 と記述する。レンズアレイ 2 1 , レンズ部 2 2 の作製はレンズアレイ 1 , レンズ部 2 の場合と同様の方法を用いて行うことができる。

【 0 0 4 6 】

支持基板 2 0 2 は、溝の構成が支持基板 1 0 2 と異なる。支持基板 2 0 2 は、断面形状が V 字状の 5 つの V 溝 2 0 4 a , 2 0 4 b , 2 0 4 c , 2 0 4 d , 2 0 4 e と、断面形状が略台形状の凹溝 2 0 6 とを有する。図 4 では、最も左側の V 溝から右側に向かって順に 2 0 4 a , 2 0 4 b , 2 0 4 c , 2 0 4 d , 2 0 4 e の符号を付しており、場合に応じて、これら 5 つの V 溝を総称して V 溝 2 0 4 と呼ぶ。5 つの V 溝 2 0 4 と凹溝 2 0 6 は連通している。図 4 (b) では V 溝 2 0

4 および凹溝 2 0 6 を斜線部で示す。なお、図 5 では溝を明示するためにレンズアレイ 2 1 を実装する前の状態を示し、レーザダイオードの図示は省略している。

【 0 0 4 7 】

5 つの V 溝 2 0 4 は y 方向を伸長方向とする溝であり、支持基板 1 0 2 の上面に互いに平行に x 方向に並列に形成されている。5 つの V 溝 2 0 4 は全て支持基板 2 0 2 の一端から形成されており、5 つの V 溝 2 0 4 の y 方向の終端は凹溝 2 0 6 と接続されている。凹溝 2 0 6 は x 方向を長軸方向とする溝である。

【 0 0 4 8 】

V 溝 2 0 4 のそれぞれは、光ファイバ 1 5 の 1 つを載置可能な寸法を有する。また、凹溝 2 0 6 は図 4 (a) に示すようにレンズアレイ 2 1 の 5 つの張出部 2 6 を収納可能であり、凹溝 2 0 6 の側壁に両端の張出部 2 6 a , 2 6 e が接触し、張出部 2 6 b , 2 6 c , 2 6 d は凹溝 2 0 6 の内壁に非接触となるよう構成されている。

【 0 0 4 9 】

レンズアレイ 2 1 を支持基板 2 0 2 上に実装する際には以下のように行う。レンズアレイ 2 1 の 5 つの張出部 2 6 が支持基板 2 0 2 の凹溝 2 0 6 に配置されるようにする。このとき、図 4 (a) に示すように、張出部 2 6 a , 2 6 e の側面の一部はそれぞれ凹溝 2 0 6 の側壁に当接して、レンズアレイ 2 1 と支持基板 2 0 2 は計 2 箇所で見接するるので、これによって光軸に垂直な方向の位置決めを行う。レンズアレイの取り付け位置精度は、張出部 2 6 a , 2 6 e の加工精度により決定され、ICP-Bosch法を用いた加工ではその精度は $\pm 0.5 \mu\text{m}$ である。

【 0 0 5 0 】

このとき、張出部 2 6 b , 2 6 c , 2 6 d は凹溝 2 0 6 に収納され、これら 3 つの張出部の側面は支持基板 2 0 2 と接触していない。張出部 2 6 b , 2 6 c , 2 6 d の下部と凹溝 2 0 6 の底面との間には間隙があり、この間隙に接着剤 1 0 8 を充填し、これによってレンズアレイ 2 1 を支持基板 2 0 2 に接着し固定する。

【 0 0 5 1 】

また、支持基板 2 0 2 上において、レンズアレイ 2 1 に対し溝と反対側にレンズ部 2 2 a, 2 2 b, 2 2 c, 2 2 d, 2 2 e と光軸を共有するようにレーザダイオード 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d, 1 3 e それぞれを配置する。5 つの V 溝 2 0 4 a, 2 0 4 b, 2 0 4 c, 2 0 4 d, 2 0 4 e には、図 4 (b) に示すように、それぞれ 5 本の光ファイバ 1 5 a, 1 5 b, 1 5 c, 1 5 d, 1 5 e を配置する。以上の構成により、図 4 (b) に示すように、1 つのレーザダイオードと 1 つのレンズ部と 1 本の光ファイバとが光学的に結合した組を 5 つ有する光モジュール 2 0 0 が形成される。

【 0 0 5 2 】

上記構成を有する光モジュール 2 0 0 の動作について説明する。レーザダイオード 1 3 のそれぞれから出射した光は、レンズアレイ 2 1 に入射し、光学的に結合した組のレンズ部 2 2 により集光作用を受け、光学的に結合した組の光ファイバ 1 5 の端面上に集光され、伝送される。

【 0 0 5 3 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、レンズアレイ 2 1 の実装の際の位置決めには両端の 2 つの張出部 2 6 a, 2 6 e を用いている。よって、この 2 つの張出部 2 6 a, 2 6 e の作製精度が既定値以内であれば、適正な位置にレンズアレイ 2 1 を配置可能となる。他の 3 つの張出部 2 6 b, 2 6 c, 2 6 d の作製精度が既定値外である場合でも、それを理由として製品が不良品となることはない。従来の実装方法では、5 つの張出部全てに作製精度が既定値以内であることが要求されるが、本実施の形態では 2 つの張出部のみの作製精度が既定値以内であればよいため、歩留まりの向上に大きく貢献できる。

【 0 0 5 4 】

また、レンズアレイ 2 1 と支持基板 2 0 2 との接着には、張出部 2 6 b, 2 6 c, 2 6 d を用いている。このように、レンズアレイ 2 1 の接着部分をレンズアレイ 2 1 の位置決めを行う部分とは異なるように構成することにより、接着剤の塗布に関らず正確にレンズアレイ 2 1 を実装すべき位置を決定することが可能となり、実装精度の向上を図ることができる。

【 0 0 5 5 】

次に図 6 および図 7 を参照しながら第 3 の実施の形態にかかる光モジュール 3 0 0 の構成および実装方法について説明する。光モジュール 3 0 0 は、第 1 の実施の形態における支持基板 1 0 2 を支持基板 3 0 2 に置き換えた構成を有する。以下、この点に注目して説明し、第 1 の実施の形態と同様の構成については、重複説明を省略する。

【 0 0 5 6 】

図 6 (a) は光モジュール 3 0 0 の断面図であり、その断面位置を C - C ' として図 6 (b) に示す。断面位置 C - C ' はレンズアレイ 1 のレンズ部 2 形成面が配置される位置とほぼ一致している。図 6 (b) は光モジュール 3 0 0 の上面図である。図 7 は光モジュール 3 0 0 の構成を説明するための斜視図である。なお、レンズ部の列方向を x 方向とし、紙面内の x 方向に垂直な方向を y 方向とする。

【 0 0 5 7 】

支持基板 3 0 2 は、溝の構成が支持基板 1 0 2 と異なる。支持基板 3 0 2 は、断面形状が V 字状の 5 つの V 溝 3 0 4 a , 3 0 4 b , 3 0 4 c , 3 0 4 d , 3 0 4 e と、断面形状が略台形状の凹溝 3 0 6 とを有する。図 6 では、最も左側の V 溝から右側に向かって順に 3 0 4 a , 3 0 4 b , 3 0 4 c , 3 0 4 d , 3 0 4 e の符号を付しており、場合に応じて、これら 5 つの V 溝を総称して V 溝 3 0 4 と呼ぶ。4 つの V 溝 3 0 4 b , 3 0 4 c , 3 0 4 d , 3 0 4 e と凹溝 2 0 6 は連通している。図 6 (b) では V 溝 3 0 4 および凹溝 3 0 6 を斜線部で示す。なお、図 7 では溝を明示するためにレンズアレイ 1 を実装する前の状態を示し、レーザーダイオードの図示は省略している。

【 0 0 5 8 】

5 つの V 溝 3 0 4 は y 方向を伸長方向とする溝であり、支持基板 3 0 2 の上面に互いに平行に x 方向に並列に形成されている。5 つの V 溝 3 0 4 は全て支持基板 3 0 2 の一端から形成されているが、それらの y 方向の長さは一様ではない。V 溝 3 0 4 b , 3 0 4 c , 3 0 4 d , 3 0 4 e の y 方向の長さは V 溝 3 0 4 a の y 方向の長さより短く、V 溝 3 0 4 b , 3 0 4 c , 3 0 4 d , 3 0 4 e の y 方向

の終端は凹溝 3 0 6 と接続されている。凹溝 3 0 6 は x 方向を長軸方向とする溝である。凹溝 3 0 6 の y 方向の終端位置と V 溝 3 0 4 a の y 方向の終端位置がほぼ一致するように構成されている。

【 0 0 5 9 】

V 溝 3 0 4 のそれぞれは、レンズアレイ 1 の張出部 6 の 1 つまたは光ファイバ 1 5 の 1 つを載置可能な寸法を有する。また、凹溝 3 0 6 は図 2 (a) に示すようにレンズアレイ 1 の張出部 6 のうちの 4 つを収納可能であり、そのうち 1 つが凹溝 3 0 6 の側壁に接触した場合には残りの 3 つは凹溝 3 0 6 の内壁に非接触となるよう構成されている。

【 0 0 6 0 】

レンズアレイ 1 を支持基板 3 0 2 上に実装する際には以下のように行う。レンズアレイ 1 の張出部 6 a が支持基板 3 0 2 の V 溝 3 0 4 a に配置され、レンズアレイ 1 の張出部 6 b, 6 c, 6 d, 6 e が支持基板 3 0 2 の凹溝 3 0 6 に配置されるようにする。このとき、図 6 (a) に示すように、張出部 6 a, 6 e の側面の一部はそれぞれ V 溝 3 0 4 a, 凹溝 3 0 6 の側壁に当接して、レンズアレイ 1 と支持基板 3 0 2 は計 3 箇所線で接触するので、これによって光軸に垂直な方向の位置決めを行う。レンズアレイの取り付け位置精度は、張出部 6 a, 6 e の加工精度により決定され、ICP-Bosch 法を用いた加工ではその精度は $\pm 0.5 \mu\text{m}$ である。

【 0 0 6 1 】

このとき、張出部 6 b, 6 c, 6 d は凹溝 3 0 6 に収納され、これら 3 つの張出部の側面は支持基板 3 0 2 と接触していない。張出部 6 b, 6 c, 6 d の下部と凹溝 3 0 6 の底面との間には間隙があり、この間隙に接着剤 1 0 8 を充填し、これによってレンズアレイ 1 を支持基板 3 0 2 に接着し固定する。

【 0 0 6 2 】

また、支持基板 3 0 2 上において、レンズアレイ 1 に対し溝と反対側にレンズ部 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e と光軸を共有するようにレーザダイオード 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d, 1 3 e それぞれを配置する。5 つの V 溝 3 0 4 a, 3 0 4 b, 3 0 4 c, 3 0 4 d, 3 0 4 e には、図 6 (b) に示すように、そ

れぞれ 5 本の光ファイバ 1 5 a, 1 5 b, 1 5 c, 1 5 d, 1 5 e を配置する。
以上の構成により、図 6 (b) に示すように、1 つのレーザダイオードと 1 つの
レンズ部と 1 本の光ファイバとが光学的に結合した組を 5 つ有する光モジュール
3 0 0 が形成される。

【 0 0 6 3 】

上記構成を有する光モジュール 3 0 0 の動作について説明する。レーザダイオ
ード 1 3 のそれぞれから出射した光は、レンズアレイ 1 に入射し、光学的に結合
した組のレンズ部 2 により集光作用を受け、光学的に結合した組の光ファイバ 1
5 の端面上に集光され、伝送される。

【 0 0 6 4 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、レンズアレイ 1 の実装の際の位
置決めには両端の 2 つの張出部 6 a, 6 e を用いている。よって、この 2 つの張
出部 6 a, 6 e の作製精度が既定値以内であれば、適正な位置にレンズアレイ 1
を配置可能となる。他の 3 つの張出部 6 b, 6 c, 6 d の作製精度が既定値外で
ある場合でも、それを理由として製品が不良品となることはない。従来の実装方
法では、5 つの張出部全てに作製精度が既定値以内であることが要求されるが、
本実施の形態では 2 つの張出部のみの作製精度が既定値以内であればよいため、
歩留まりの向上に大きく貢献できる。

【 0 0 6 5 】

また、レンズアレイ 1 と支持基板 3 0 2 との接着には、張出部 6 b, 6 c, 6
d を用いている。このように、レンズアレイ 1 の接着部分をレンズアレイ 1 の位
置決めを行う部分とは異なるように構成することにより、接着剤の塗布に関らず
正確にレンズアレイ 1 を実装すべき位置を決定することが可能となり、実装精度
の向上を図ることができる。さらに本実施の形態と第 2 の実施の形態を比較する
と、本実施の形態では第 2 の実施の形態よりも線接触の箇所が多いためガタつき
を防止でき、より高精度な実装が可能となる。

【 0 0 6 6 】

次に図 8 および図 9 を参照しながら第 4 の実施の形態にかかる光モジュール 4
0 0 の構成および実装方法について説明する。光モジュール 4 0 0 は、第 1 の実

施の形態における支持基板 1 0 2 を支持基板 4 0 2 に置き換えた構成を有する。以下、この点に注目して説明し、第 1 の実施の形態と同様の構成については、重複説明を省略する。

【 0 0 6 7 】

図 8 (a) は光モジュール 4 0 0 の断面図であり、その断面位置を D - D ' として図 8 (b) に示す。断面位置 D - D ' はレンズアレイ 1 のレンズ部 2 形成面が配置される位置とほぼ一致している。図 8 (b) は光モジュール 4 0 0 の上面図である。図 9 は光モジュール 4 0 0 の構成を説明するための斜視図である。なお、レンズ部の列方向を x 方向とし、紙面内の x 方向に垂直な方向を y 方向とする。

【 0 0 6 8 】

支持基板 4 0 2 は、溝の構成が支持基板 1 0 2 と異なる。支持基板 4 0 2 は、断面形状が V 字状の 5 つの V 溝 4 0 4 a , 4 0 4 b , 4 0 4 c , 4 0 4 d , 4 0 4 e と、断面形状が略台形状の 2 つの凹溝 4 0 6 a , 4 0 6 b とを有する。図 8 では、最も左側の V 溝から右側に向かって順に 4 0 4 a , 4 0 4 b , 4 0 4 c , 4 0 4 d , 4 0 4 e の符号を付しており、場合に応じて、これら 5 つの V 溝を総称して V 溝 4 0 4 と呼ぶ。V 溝 4 0 4 a , 4 0 4 b と凹溝 4 0 6 a は連通し、V 溝 4 0 4 d , 4 0 4 e と凹溝 4 0 6 b は連通している。図 8 (b) では V 溝 4 0 4 および凹溝 4 0 6 a , 4 0 6 b を斜線部で示す。なお、図 9 では溝を明示するためにレンズアレイ 1 を実装する前の状態を示し、レーザダイオードの図示は省略している。

【 0 0 6 9 】

5 つの V 溝 4 0 4 は y 方向を伸長方向とする溝であり、支持基板 4 0 2 の上面に互いに平行に x 方向に並列に形成されている。5 つの V 溝 4 0 4 は全て支持基板 4 0 2 の一端から形成されているが、それらの y 方向の長さは一様ではない。V 溝 4 0 4 a , 4 0 4 b , 4 0 4 d , 4 0 4 e の y 方向の長さは V 溝 4 0 4 c の y 方向の長さより短く、V 溝 4 0 4 a , 4 0 4 b の y 方向の終端は凹溝 4 0 6 a と接続され、V 溝 4 0 4 d , 4 0 4 e の y 方向の終端は凹溝 4 0 6 b と接続されている。凹溝 4 0 6 a , 4 0 6 b は x 方向を長軸方向とする溝である。凹溝 4 0

6 a, 4 0 6 b の y 方向の終端位置と V 溝 4 0 4 c の y 方向の終端位置がほぼ一致するように構成されている。

【 0 0 7 0 】

V 溝 4 0 4 のそれぞれは、レンズアレイ 1 の張出部 6 の 1 つまたは光ファイバ 1 5 の 1 つを載置可能な寸法を有する。また、凹溝 4 0 6 a, 4 0 6 b はそれぞれ図 8 (a) に示すようにレンズアレイ 1 の張出部 6 のうちの 2 つを収納可能であり、そのうち 1 つが凹溝の側壁に接触した場合には残りの 1 つは凹溝の内壁に非接触となるよう構成されている。

【 0 0 7 1 】

レンズアレイ 1 を支持基板 4 0 2 上に実装する際には以下のように行う。レンズアレイ 1 の張出部 6 a, 6 b が支持基板 3 0 2 の凹溝 4 0 6 a に配置され、レンズアレイ 1 の張出部 6 c が V 溝 4 0 4 c に配置され、レンズアレイ 1 の張出部 6 d, 6 e が支持基板 4 0 2 の凹溝 4 0 6 b に配置されるようにする。このとき図 8 (a) に示すように、張出部 6 a の側面の一部は凹溝 4 0 6 a の側壁に当接し、張出部 6 c の側面の一部は V 溝 4 0 4 c の側壁に当接し、張出部 6 e の側面の一部は凹溝 4 0 6 b の側壁に当接して、レンズアレイ 1 と支持基板 3 0 2 は計 4 箇所で見接するるので、これによって光軸に垂直な方向の位置決めを行う。レンズアレイの取り付け位置精度は、張出部 6 c の加工精度により決定され、 I C P - B o s c h 法を用いた加工ではその精度は $\pm 0.5 \mu\text{m}$ である。

【 0 0 7 2 】

このとき、張出部 6 a, 6 b は凹溝 4 0 6 a に収納され、張出部 6 d, 6 e は凹溝 4 0 6 b に配置され、張出部 6 b, 6 d の側面は支持基板 4 0 2 と接触していない。張出部 6 b の下部と凹溝 4 0 6 a の底面との間および、張出部 6 d の下部と凹溝 4 0 6 b の底面との間には間隙があり、この間隙に接着剤 1 0 8 を充填し、これによってレンズアレイ 1 を支持基板 4 0 2 に接着し固定する。

【 0 0 7 3 】

また、支持基板 4 0 2 上において、レンズアレイ 1 に対し溝と反対側にレンズ部 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e と光軸を共有するようにレーザダイオード 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d, 1 3 e それぞれを配置する。5 つの V 溝 4 0 4 a

、404b、404c、404d、404eには、図8（b）に示すように、それぞれ5本の光ファイバ15a、15b、15c、15d、15eを配置する。以上の構成により、図8（b）に示すように、1つのレーザダイオードと1つのレンズ部と1本の光ファイバとが光学的に結合した組を5つ有する光モジュール400が形成される。

【0074】

上記構成を有する光モジュール400の動作について説明する。レーザダイオード13のそれぞれから出射した光は、レンズアレイ1に入射し、光学的に結合した組のレンズ部2により集光作用を受け、光学的に結合した組の光ファイバ15の端面上に集光され、伝送される。

【0075】

以上説明したように、本実施の形態によれば、レンズアレイ1の実装の際の位置決めには張出部6a、6c、6eを用いている。よって、この3つの張出部6cの作製精度が既定値以内であれば、適正な位置にレンズアレイ1を配置可能となる。他の2つの張出部6b、6dの作製精度が既定値外である場合でも、それを理由として製品が不良品となることはない。従来の実装方法では、5つの張出部全てに作製精度が既定値以内であることが要求されるが、本実施の形態では1つの張出部のみの作製精度が既定値以内であればよいため、歩留まりの向上に大きく貢献できる。

【0076】

また、レンズアレイ1と支持基板402との接着には、張出部6b、6dを用いている。このように、レンズアレイ1の接着部分をレンズアレイ1の位置決めを行う部分とは異なるように構成することにより、接着剤の塗布に関らず正確にレンズアレイ1を実装すべき位置を決定することが可能となり、実装精度の向上を図ることができる。

【0077】

なお、本実施の形態では両端の張出部だけでなく中心の張出部も用いて位置決めを行っている。長尺のレンズアレイ等、変形しやすい光学部材を精度良く実装したい場合に有効である。

【 0 0 7 8 】

次に図 1 0 および図 1 1 を参照しながら第 5 の実施の形態にかかる光モジュール 5 0 0 の構成および実装方法について説明する。光モジュール 5 0 0 は、第 2 の実施の形態におけるレンズアレイ 2 1 をレンズアレイ 5 1 に置き換えた構成を有する。以下、この点に注目して説明し、第 2 の実施の形態と同様の構成については、重複説明を省略する。

【 0 0 7 9 】

図 1 0 (a) は光モジュール 5 0 0 の断面図であり、その断面位置を E - E ' として図 1 0 (b) に示す。断面位置 E - E ' はレンズアレイ 5 1 のレンズ部形成面が配置される位置とほぼ一致している。図 1 0 (b) は光モジュール 5 0 0 の上面図である。図 1 1 は光モジュール 5 0 0 の構成を説明するための斜視図である。なお、レンズ部の列方向を x 方向とし、紙面内の x 方向に垂直な方向を y 方向とする。なお、図 1 1 では溝を明示するためにレンズアレイ 5 1 を実装する前の状態を示し、レーザダイオードの図示は省略している。

【 0 0 8 0 】

レンズアレイ 5 1 は、光学基板の表面に列状に形成された 5 つのレンズ部 5 2 a, 5 2 b, 5 2 c, 5 2 d, 5 2 e を有する。図 1 0 (a) では、最も左側のレンズ部から右側に向かって順に 5 2 a, 5 2 b, 5 2 c, 5 2 d, 5 2 e の符号を付している。場合に応じて、レンズ部 5 2 a, 5 2 b, 5 2 c, 5 2 d, 5 2 e を総称してレンズ部 5 2 と記述する。レンズアレイ 5 1 の外形はレンズアレイ 1, 2 1 と異なり、レンズ部 5 2 形成面に平行な面内で略舟形の外形を有する。

【 0 0 8 1 】

レンズ部 5 2 はレンズ部 2 と同様に 8 位相のバイナリ型の回折光学素子であり、レンズ部 2 と同様に作製可能である。レンズアレイ 5 1 の作製にあたっては、シリコン基板上に列状にレンズ部 5 2 を形成した後、レンズ部 5 2 を含む長方形状をシリコン基板からダイシング等により切削して分離する。そして、図 1 0 (a) に示す斜めの側面 5 8 a, 5 8 b を形成するように研磨加工して作製する。側面 5 8 a, 5 8 b は支持基板 2 0 2 の凹溝 2 0 6 の側面と密着するよう形成さ

れている。ここでは、レンズアレイ 5 1 の作製に用いたシリコン基板の厚みは $600\mu\text{m}$ であり、作製されたレンズアレイ 5 1 の厚みも $600\mu\text{m}$ である。なお、図ではレンズアレイ 5 1 とレンズアレイ 1, 2 1 との厚みの相違は必ずしも正確に描かれていない。

【0082】

レンズアレイ 5 1 を支持基板 2 0 2 上に実装する際には以下のように行う。レンズアレイ 5 1 の舟形の底部が支持基板 2 0 2 の凹溝 2 0 6 に配置されるようにする。このとき、図 1 0 (a) に示すように、側面 5 8 a, 5 8 b の一部はそれぞれ凹溝 2 0 6 の側壁に当接して、レンズアレイ 5 1 と支持基板 2 0 2 は計 2 箇所で面接触するので、これによって光軸に垂直な方向の位置決めを行う。レンズアレイの取り付け位置精度は、側面 5 8 a, 5 8 b の加工精度により決定され、その精度は $-0.7\mu\text{m}$ である。

【0083】

このとき、レンズアレイ 5 1 の 5 つの舟形の底部は凹溝 2 0 6 に収納され、この底部の底面 5 8 c は支持基板 2 0 2 と接触していない。底面 5 8 c と凹溝 2 0 6 の底面との間には間隙があり、この間隙に接着剤 1 0 8 を充填し、これによってレンズアレイ 5 1 を支持基板 2 0 2 に接着し固定する。

【0084】

また、支持基板 2 0 2 上において、レンズアレイ 5 1 に対し溝と反対側にレンズ部 5 2 a, 5 2 b, 5 2 c, 5 2 d, 5 2 e と光軸を共有するようにレーザダイオード 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d, 1 3 e それぞれを配置する。5 つの V 溝 2 0 4 a, 2 0 4 b, 2 0 4 c, 2 0 4 d, 2 0 4 e には、図 1 0 (b) に示すように、それぞれ 5 本の光ファイバ 1 5 a, 1 5 b, 1 5 c, 1 5 d, 1 5 e を配置する。以上の構成により、図 1 0 (b) に示すように、1 つのレーザダイオードと 1 つのレンズ部と 1 本の光ファイバとが光学的に結合した組を 5 つ有する光モジュール 5 0 0 が形成される。

【0085】

上記構成を有する光モジュール 5 0 0 の動作について説明する。レーザダイオード 1 3 のそれぞれから出射した光は、レンズアレイ 5 1 に入射し、光学的に結

合した組のレンズ部 5 2 により集光作用を受け、光学的に結合した組の光ファイバ 1 5 の端面上に集光され、伝送される。

【 0 0 8 6 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、レンズアレイ 5 1 の実装の際の位置決めには 2 つの側面 5 8 a, 5 8 b を用いている。よって、この 2 つの側面 5 8 a, 5 8 b の作製精度が既定値以内であれば、適正な位置にレンズアレイ 5 1 を配置可能となる。

【 0 0 8 7 】

また、レンズアレイ 5 1 と支持基板 2 0 2 との接着には、底面 5 8 c を用いている。このように、レンズアレイ 5 1 の接着部分をレンズアレイ 5 1 の位置決めを行う部分とは異なるように構成することにより、接着剤の塗布に関らず正確にレンズアレイ 5 1 を実装すべき位置を決定することが可能となり、実装精度の向上を図ることができる。さらに、本実施の形態では、前述の実施の形態に比べ、接着面を広くとることができるので、接着強度が強く、信頼性の高い高モジュールを提供することができる。

【 0 0 8 8 】

なお、上記実施の形態ではレンズアレイを 1 つだけ用いた光モジュールについて説明したが、支持基板の溝の構成を変更することで 2 つ以上のレンズアレイを用いた光モジュールを構成することも可能である。この場合の例として、第 2 の実施の形態の変形例 1, 変形例 2 を図 1 2, 図 1 3 に示す。

【 0 0 8 9 】

図 1 2 は変形例 1 としての光モジュール 2 1 0 の上面図である。光モジュール 2 1 0 は、第 2 の実施の形態におけるレンズアレイ 2 1 と支持基板 2 0 2 とを、2 つのレンズアレイ 2 1 a, 2 1 b と支持基板 2 1 2 に置き換えた構成を有する。以下、この点に注目して説明し、第 2 の実施の形態と同様の構成については、重複説明を省略する。

【 0 0 9 0 】

2 つのレンズアレイ 2 1 a, 2 1 b は共にレンズアレイ 2 1 と全く同じ構成を有するレンズアレイである。レンズアレイ 2 1 a は、レーザダイオード側に、そ

の各レンズ部が対応するレーザダイオードと対向するように配置されると共に、レンズアレイ 2 1 b は、光ファイバ側に、その各レンズ部が対応する光ファイバの端面と対向するように配置されている。

【 0 0 9 1 】

支持基板 2 1 2 は、溝の構成が支持基板 2 0 2 と異なる。支持基板 2 1 2 は、支持基板 2 0 2 に凹溝 2 0 6 に平行に凹溝 2 0 6 と同様の構成を有する凹溝 2 1 6 を追加した構成となっている。凹溝 2 1 6 の位置は凹溝 2 0 6 と光ファイバ 1 5 の端面との間に位置する。この場合、5 つの V 溝 2 0 4 は 2 つの凹溝 2 0 6、2 1 6 と連通する。図 1 2 では V 溝 2 0 4 および凹溝 2 0 6、2 1 6 を斜線部で示す。

【 0 0 9 2 】

第 2 の実施の形態と同様に、レンズアレイ 2 1 a、2 1 b はそれぞれ凹溝 2 0 6、2 1 6 に配置され、レンズアレイ 2 1 a、2 1 b それぞれが有する両端の 2 つの張出部は凹溝に接触して位置決めが行われ、中央の 3 つの張出部は支持基板 2 1 2 との接着に用いられる。

【 0 0 9 3 】

この光モジュール 2 1 0 では、レーザダイオード 1 3 のそれぞれから出射した光は、レンズアレイ 2 1 a に入射し、光学的に結合した組のレンズ部によりコリメートされ、コリメートされた光はレンズアレイ 2 1 b に入射して光学的に結合した組の各レンズ部で集光作用を受け、光学的に結合した組の光ファイバ 1 5 の端面上に集光され、伝送される。この変形例 1 においても第 2 の実施の形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 9 4 】

図 1 3 は変形例 2 としての光モジュール 2 2 0 の上面図である。光モジュール 2 2 0 は、上記変形例 1 における基板 2 1 2 を支持基板 2 2 2 に置き換えた構成を有する。以下、この点に注目して説明し、同様の構成については、重複説明を省略する。

【 0 0 9 5 】

支持基板 2 2 2 は、溝の構成が支持基板 2 1 2 と異なる。支持基板 2 2 2 は、

支持基板 2 1 2 における凹溝 2 0 6 と凹溝 2 1 6 の間も溝とし、凹溝 2 0 6 と凹溝 2 1 6 を統合して 1 つの大きな凹溝 2 2 6 を形成した構成となっている。この場合、5 つの V 溝 2 0 4 は凹溝 2 2 6 と連通する。凹溝 2 2 6 の断面形状は凹溝 2 0 6 同様、略台形形状である。図 1 3 では V 溝 2 0 4 および凹溝 2 2 6 を斜線部で示す。

【 0 0 9 6 】

レンズアレイ 2 1 a, 2 1 b はそれぞれ凹溝 2 2 6 の y 方向の両端面近傍に配置されている。第 2 の実施の形態と同様に、レンズアレイ 2 1 a, 2 1 b はそれぞれが有する両端の 2 つの張出部は凹溝 2 2 6 に接触して位置決めが行われ、中央の 3 つの張出部は支持基板 2 2 2 との接着に用いられる。光モジュール 2 2 0 の動作は光モジュール 2 1 0 の動作と同様である。この変形例 2 においても第 2 の実施の形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 9 7 】

なお、図 1 2, 図 1 3 に示すような 2 つのレンズアレイを用いた変形例の構成は第 2 の実施の形態だけでなく、その他の実施の形態の場合にも適用可能である。

【 0 0 9 8 】

なお上記例では、レンズ部にバイナリ型回折光学素子やブレード型回折光学素子を用いたが、屈折型のレンズ部など、基板に作製可能な光学素子に適用可能である。また、レンズ部は、円形に限らず所望の形状で形成可能である。レンズ部、縁部、取扱・支持部、張出部等の形状は上記例に限定されず、様々な形状が考えられる。上記例ではレンズアレイとして 5 つのレンズ部を有するものを例にとり説明したが、これに限定するものではなく、レンズアレイが有するレンズ部の数は任意の数を採用できる。

【 0 0 9 9 】

第 1 ～ 第 4 の実施の形態において、レンズアレイの側面をエッチングする方法として I C P - B o s c h 法を用いたが、エッチングマスクの選択次第で I C P - R I E 法等の他のエッチングの手法も可能である。第 5 の実施の形態のように、エッチング加工後、研磨により形成したレンズアレイも適用可能である。レン

ズアレイの基板としてシリコン基板を用いて説明したが、通信波長帯で光学的に透明な基板であれば適用可能である。また、支持基板に形成された光ファイバを実装するための溝は断面がV字型の溝としたが、光ファイバの保持に支障がなければ、略台形形状等の別の形状も採用可能である。

【0100】

上記例は発光素子であるレーザダイオードと光ファイバの結合を例にとり説明したが、受光素子との結合に応用することも可能である。また、上記例では、光束変換部をレンズ部、また光学素子の例としてレンズ素子を例にとり説明したが、これに限定するものではない。

【0101】

以上、添付図面を参照しながら本発明にかかる好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0102】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように本発明によれば、光学部材を実装する際、位置決めを行う部分と接着を行う部分が異なるため、接着剤の厚みによる位置決めの誤差が生じることがなく、高精度な実装が可能になる。また、光学部材において位置決め用いる部分を従来の場合より少なくでき、既定価内の作製精度が要求される部分が減るため、歩留まりの向上に大きく貢献できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係るレンズアレイの構成を示す斜視図である。

【図2】 本発明の第1の実施の形態に係る光モジュールの構成を示す図であり、図2（a）は図2（b）の位置A-A'における断面図、図2（b）は光モジュールの上面図である。

【図3】 本発明の第1の実施の形態に係る光モジュールの構成を説明する

ための斜視図である。

【図 4】 本発明の第 2 の実施の形態に係る光モジュールの構成を示す図であり、図 4 (a) は図 4 (b) の位置 B-B' における断面図、図 4 (b) は光モジュールの上面図である。

【図 5】 本発明の第 2 の実施の形態に係る光モジュールの構成を説明するための斜視図である。

【図 6】 本発明の第 3 の実施の形態に係る光モジュールの構成を示す図であり、図 6 (a) は図 6 (b) の位置 C-C' における断面図、図 6 (b) は光モジュールの上面図である。

【図 7】 本発明の第 3 の実施の形態に係る光モジュールの構成を説明するための斜視図である。

【図 8】 本発明の第 4 の実施の形態に係る光モジュールの構成を示す図であり、図 8 (a) は図 8 (b) の位置 D-D' における断面図、図 8 (b) は光モジュールの上面図である。

【図 9】 本発明の第 4 の実施の形態に係る光モジュールの構成を説明するための斜視図である。

【図 10】 本発明の第 5 の実施の形態に係る光モジュールの構成を示す図であり、図 10 (a) は図 10 (b) の位置 E-E' における断面図、図 10 (b) は光モジュールの上面図である。

【図 11】 本発明の第 5 の実施の形態に係る光モジュールの構成を説明するための斜視図である。

【図 12】 本発明の変形例 1 に係る光モジュールの上面図である。

【図 13】 本発明の変形例 2 に係る光モジュールの上面図である。

【図 14】 光学部材の 1 例を示す斜視図である。

【符号の説明】

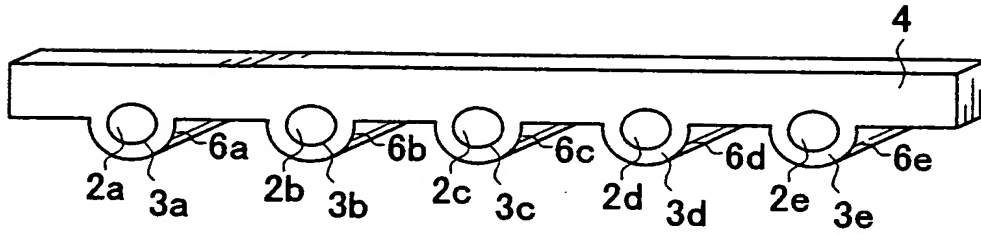
- | | |
|-----------|--------|
| 1, 21, 51 | レンズアレイ |
| 2 | レンズ部 |
| 3 | 縁部 |
| 4 | 取扱・支持部 |

6, 2 6 張出部
1 3 レーザダイオード
1 5 光ファイバ
5 8 a, 5 8 b 側面
5 8 c 底面
1 0 0, 2 0 0, 3 0 0, 4 0 0, 5 0 0 光モジュール
1 0 4, 2 0 4, 3 0 4, 4 0 4 V溝
1 0 6, 2 0 6, 3 0 6, 4 0 6 a, 4 0 6 b 凹溝
1 0 8 接着剤
1 0 2, 2 0 2, 3 0 2, 4 0 2 支持基板

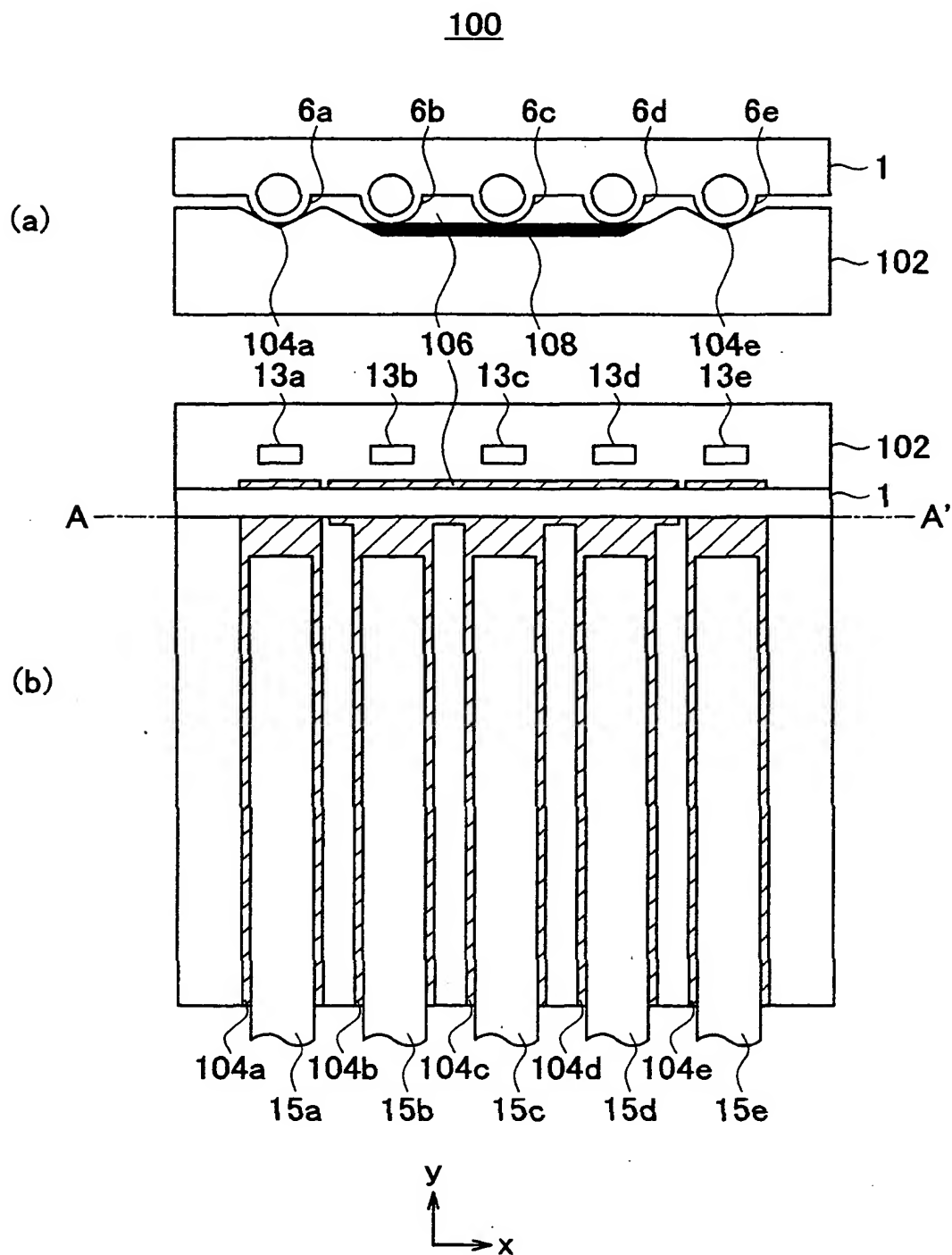
【書類名】 図面

【図 1】

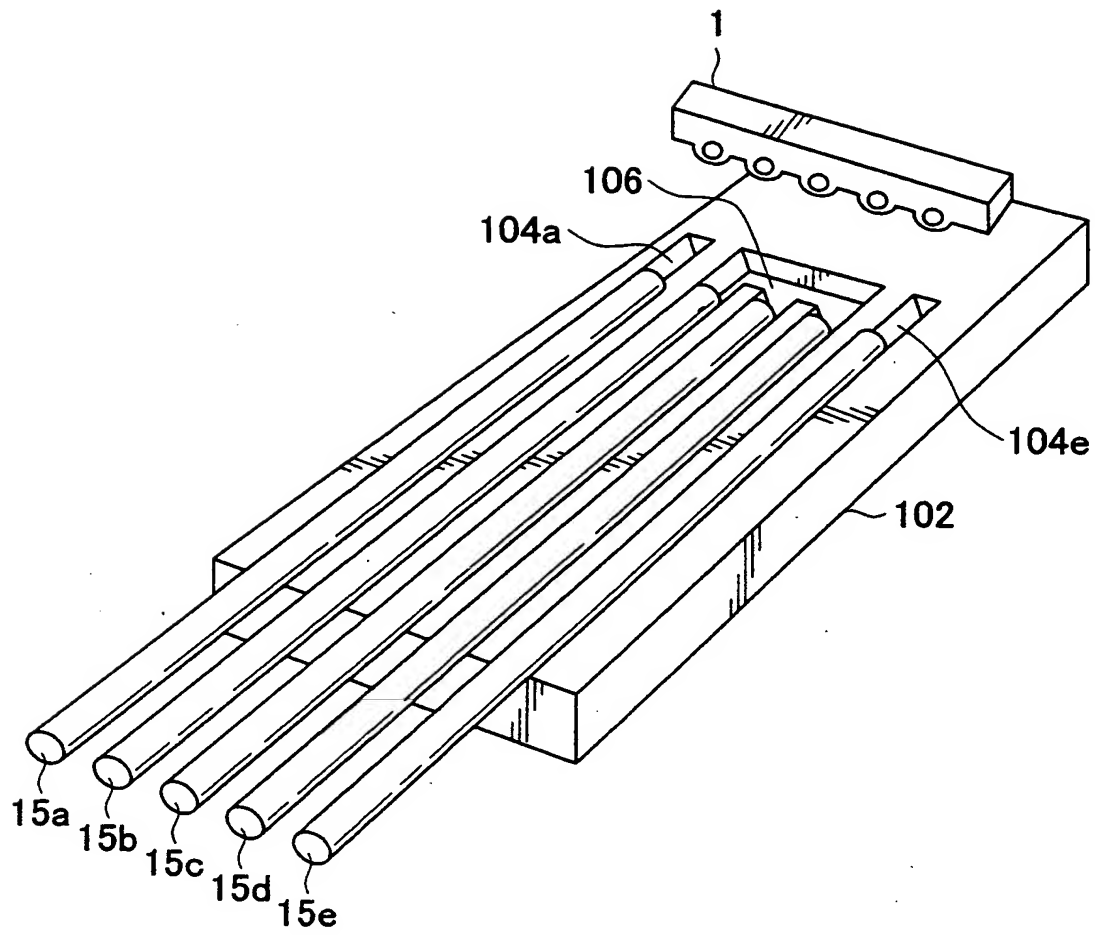
1



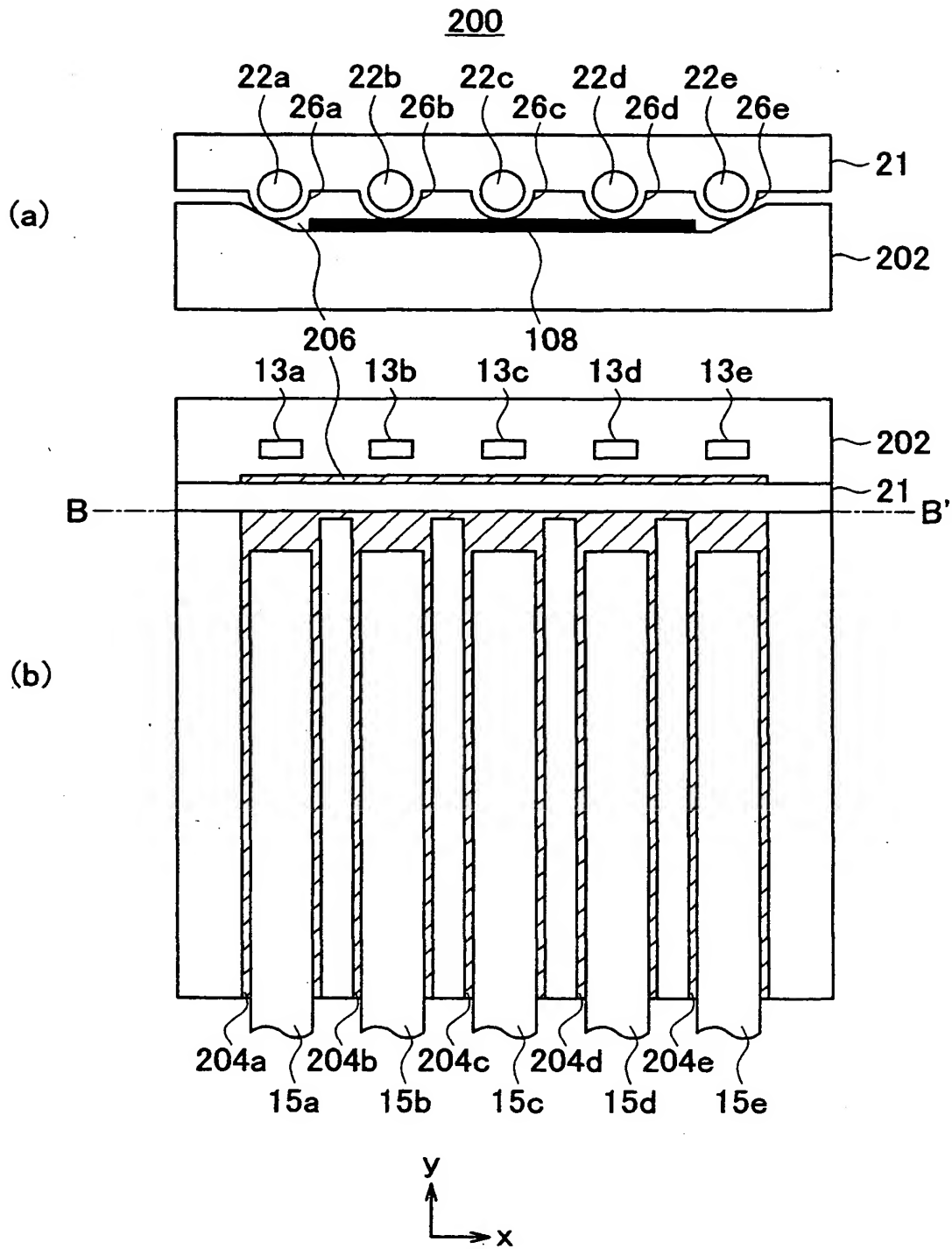
【図 2】



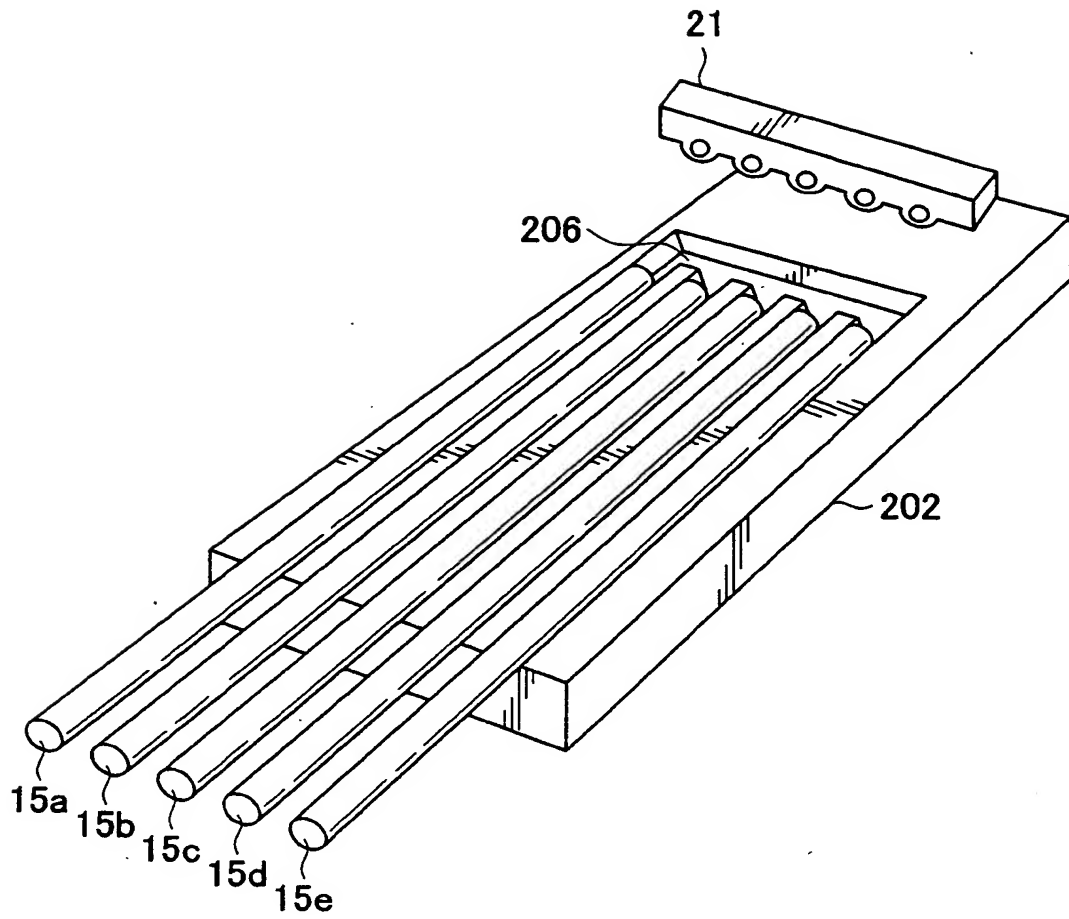
【図 3】



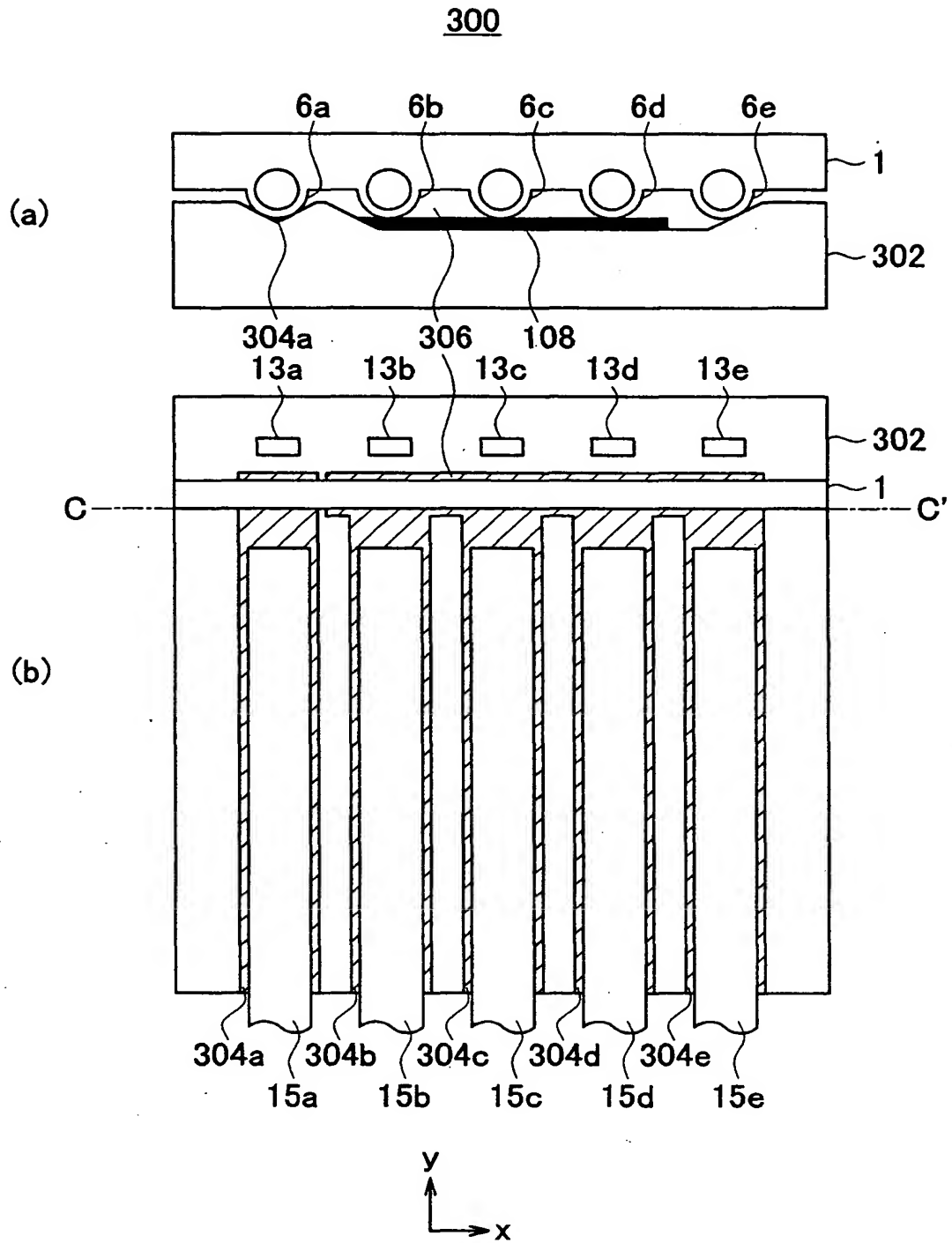
【図4】



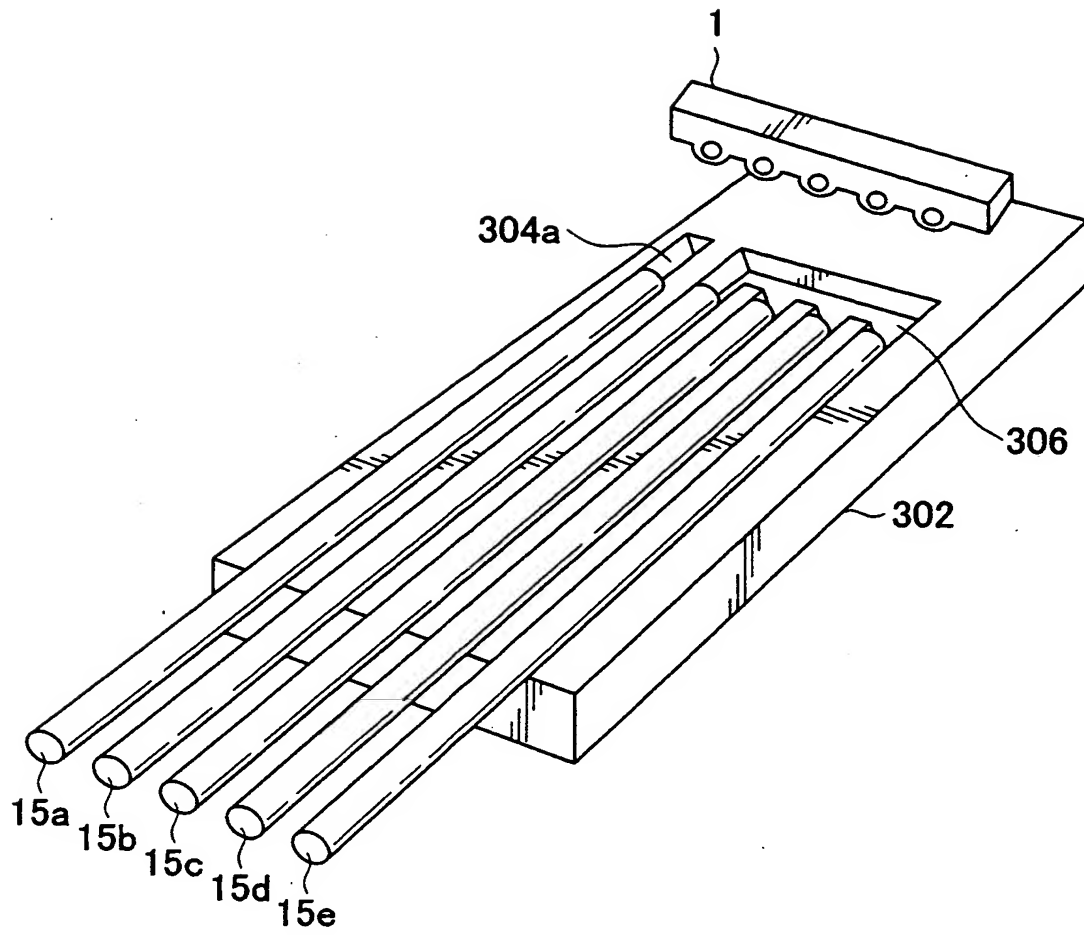
【图 5】



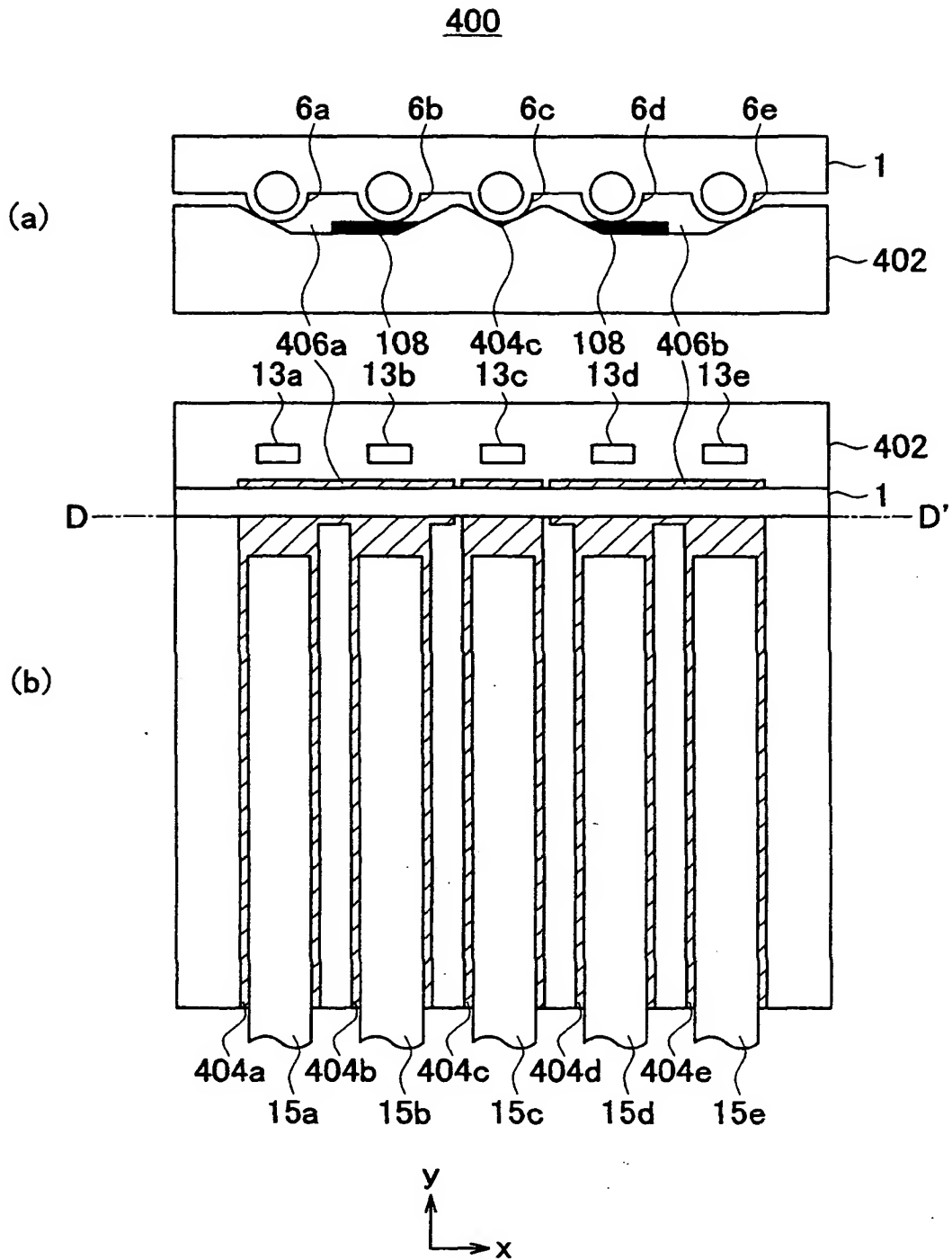
【図 6】



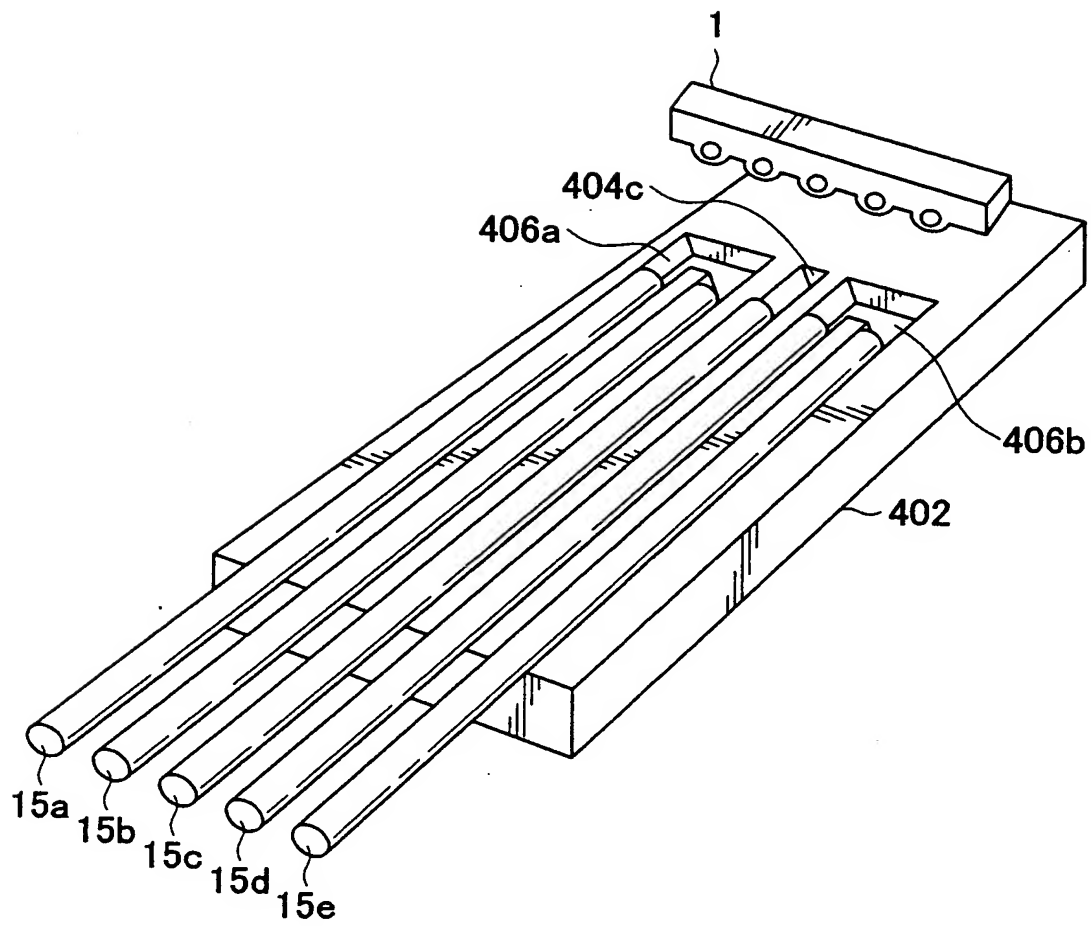
【図 7】



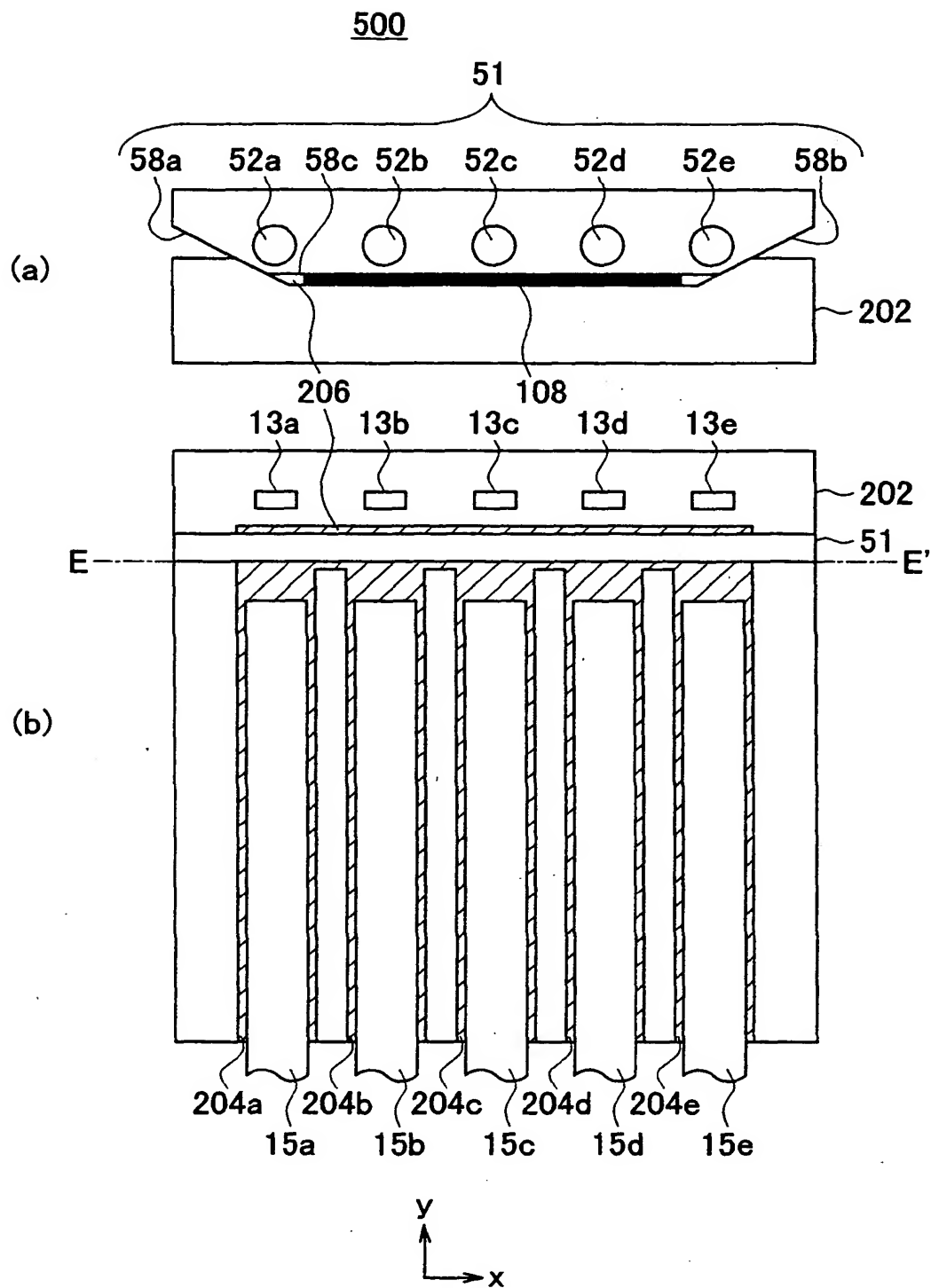
【図 8】



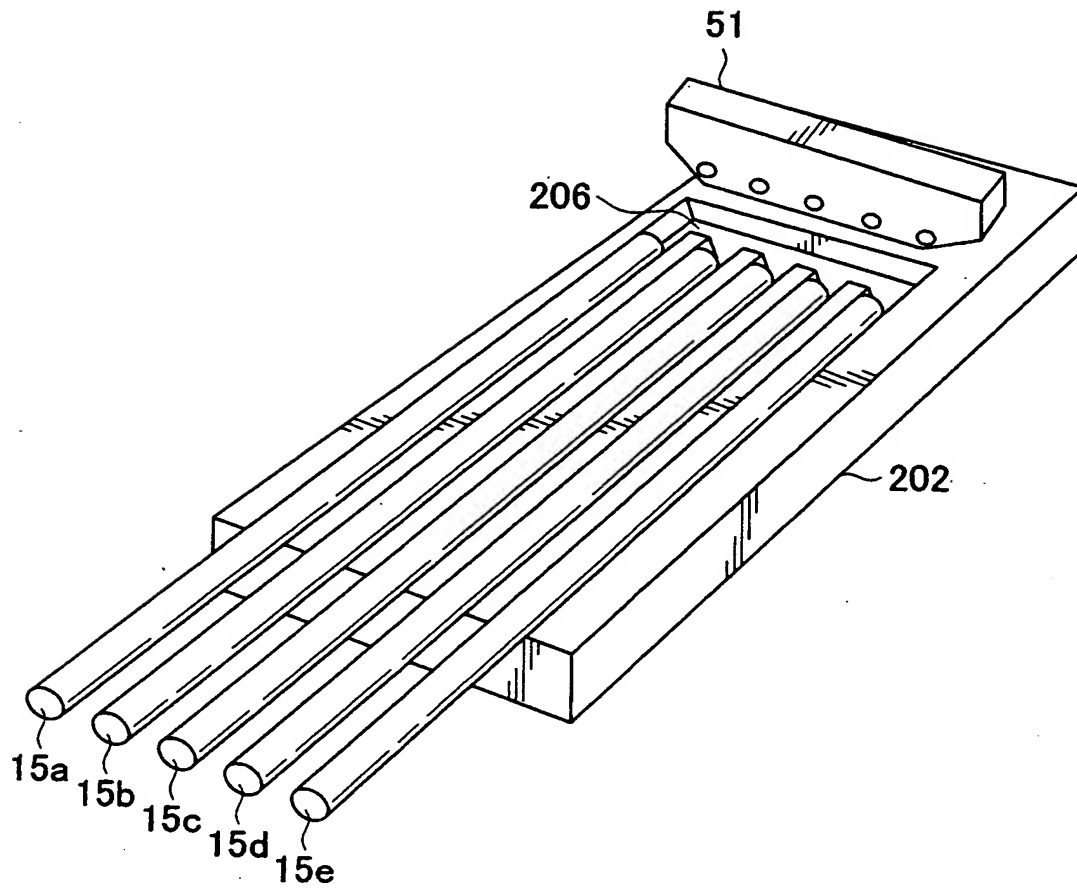
【図9】



【図 10】

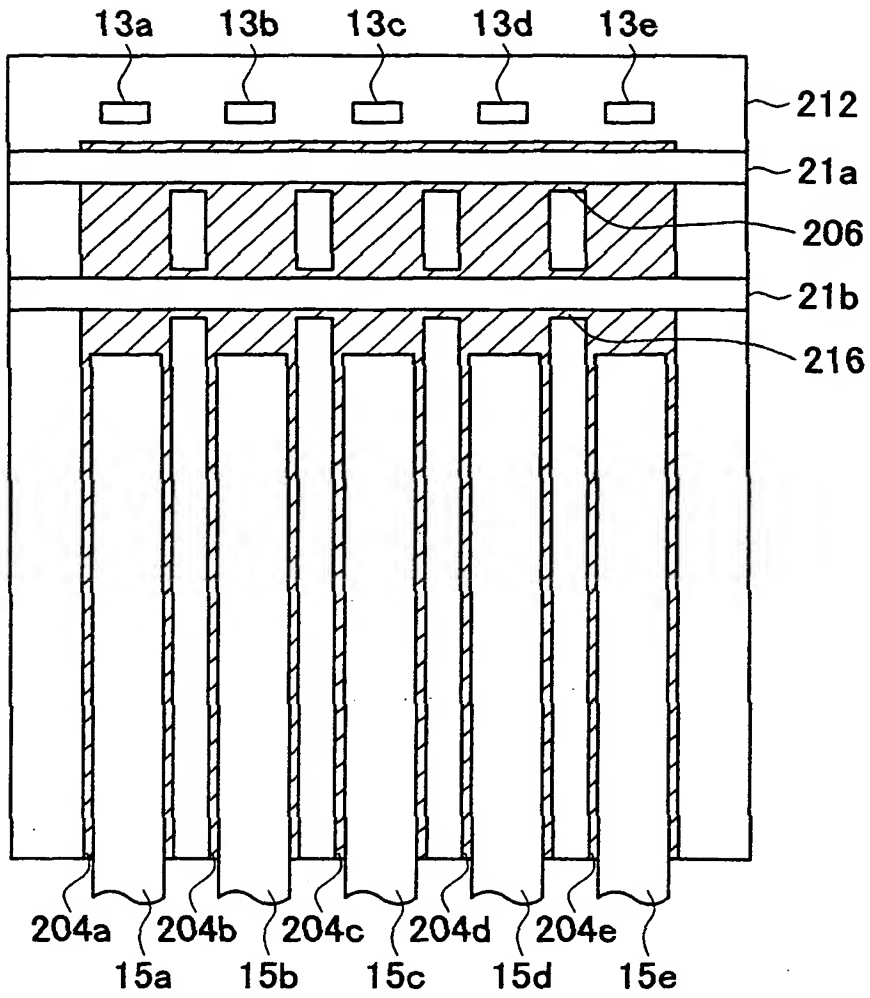


【図11】

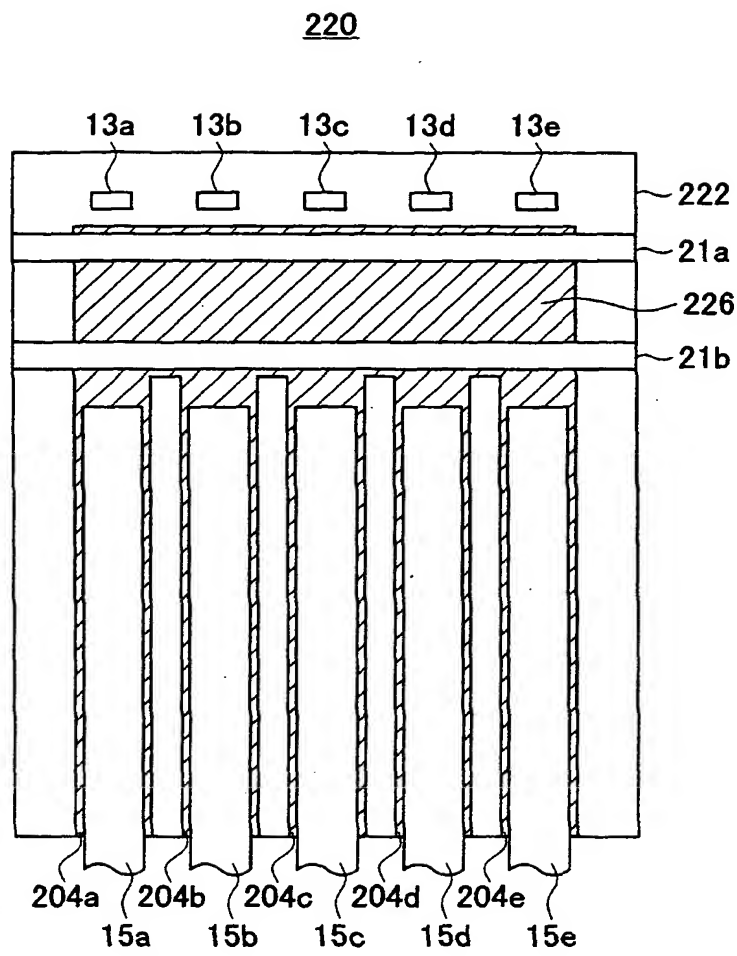


【図 12】

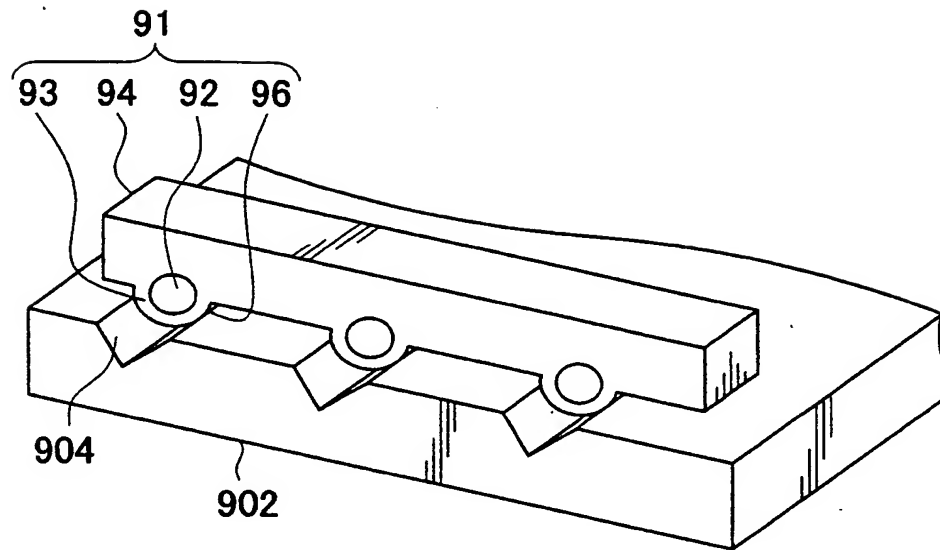
210



【図13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高精度な実装と歩留まりの向上が可能な光学部材の実装方法および高精度に実装された光モジュールを提供すること。

【解決手段】 レンズアレイ 1 はレンズ部 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e と各レンズ部ごとに形成された張出部 6 a, 6 b, 6 c, 6 d, 6 e を有する。支持基板 1 0 2 は 5 つの V 溝 1 0 4 a, 1 0 4 b, 1 0 4 c, 1 0 4 d, 1 0 4 e と、断面形状が略台形状の凹溝 1 0 6 を有する。レンズアレイ 1 を支持基板 1 0 2 に実装する際に、張出部 6 a, 6 e を V 溝 1 0 4 a, 1 0 4 b に接触させて位置決めを行い、張出部 6 b, 6 c, 6 d を凹溝 1 0 6 に非接触に収納して 6 b, 6 c, 6 d と凹溝 1 0 6 の間に接着剤 1 0 8 を充填してレンズアレイ 1 を支持基板 1 0 2 に固定する。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000295]

1. 変更年月日 1990年 8月22日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
氏 名 沖電気工業株式会社